

1 Sea una unidad de disco duro de brazo móvil con las siguientes características:

- 18 superficies, 20.331 cilindros y 400 sectores por pista.
- Sectores de 1.024 bytes de información neta.
- Velocidad de rotación: 7.500 rpm.
- Velocidad de transferencia: 60 MB/s ($60 \cdot 10^6$ bytes/s).
- Tiempo que emplea en mover la cabeza de una pista a otra consecutiva: 0,15 ms.
- Tiempo de estabilización de las cabezas: 2,5 ms.

a) Calcule los siguientes datos de la unidad de disco:

- a.1) Capacidad neta y bruta.
- a.2) Tiempo medio de acceso a un sector.

b) Dicha unidad de disco duro contiene un fichero de 25.600 bytes cuyos primeros datos están almacenados en los sectores 15.225, 315.226 y 90.455. El resto de los datos del fichero está almacenado en sectores distribuidos aleatoriamente por el disco.

b.1) Suponiendo que la posición inicial de las cabezas de lectura es Cilindro 1.234, Sector 200 y que el tiempo de cómputo es despreciable, calcule el tiempo que se emplea en leer los tres primeros sectores del fichero.

b.2) Teniendo en cuenta el tiempo medio de acceso obtenido en el apartado a.2), calcule en qué instante se completa la lectura del fichero (En caso de que no sepa responder al apartado a.2), suponga un tiempo de acceso de 10 ms).

2 Sea una unidad de disco duro de brazo móvil con las siguientes características:

- 18 superficies, 2.331 cilindros y 50 sectores por pista.
- Sectores de 512 bytes de información neta.
- Velocidad de rotación: 4.800 r.p.m.
- Velocidad de transferencia: 22,4 Mbits/s ($22,4 \cdot 10^6$ bits/s).
- Tiempo que emplea en mover la cabeza de una pista a otra consecutiva: 0,15 ms
- Tiempo de estabilización de las cabezas: 2,5 ms

a) Se pide calcular:

- a.1) Capacidad neta y bruta.
- a.2) Tiempo medio de acceso a un sector.

b) Dicha unidad de disco duro contiene un fichero de 25.600 bytes cuyos primeros datos están almacenados en los sectores 15.225, 315.226 y 90.455.

b.1) Indique qué cilindro, superficie y sector ocupa cada uno de los sectores anteriores

b.2) Suponiendo que la posición inicial de las cabezas de lectura es Cilindro 1.234, Sector 25 y que el tiempo de cómputo es despreciable, calcule el tiempo que se emplea en leer los tres primeros sectores del fichero.

c) Se conecta esta unidad a un computador de 32 bits con un procesador capaz de ejecutar 40 MIPS. Su Módulo de E/S dispone de un registro de datos de 32 bits y puede operar mediante interrupciones.

Teniendo en cuenta el tiempo medio de acceso calculado en el apartado a), calcule el porcentaje de tiempo que dedica la CPU a la lectura del fichero completo en los casos siguientes:

- c.1) Cuando opera mediante E/S programada.
- c.2) Cuando opera mediante interrupciones.

Suponga que:

- La rutina de programación de una operación de lectura o escritura de un sector tiene 100 instrucciones.
- Cuando opera mediante E/S programada su ciclo de sincronización ejecuta 3 instrucciones.
- El tiempo que se emplea en la Secuencia de Reconocimiento de Interrupción es de 25 ns.
- La Rutina de Servicio de Interrupción tiene 20 instrucciones.

3 Sea un computador capaz de ejecutar a una velocidad de 100 MIPS, que dispone de una línea serie con las siguientes características:

- Velocidad de transmisión: 55.000 bits/s.
- Cada byte de datos se transmite con 1 bit de start, 8 bits de datos, un bit de paridad, y un bit de stop.

a) En el instante $t=0$ comienza a recibirse por la línea serie un fichero de 33.000 bytes. ¿En qué instante termina la recepción de dicho fichero?

b) A medida que se reciben los datos del fichero, el computador los va almacenando en una unidad de disco de las siguientes características:

- Velocidad de rotación 6.000 rpm.
- 1.024 cilindros.
- 20 superficies.
- 100 sectores por pista.
- Cada sector tiene 1.024 bytes de información neta y 1.280 de información bruta.
- En el movimiento de la cabeza de una pista a otra se tarda $0,1 \cdot n + 2$ ms, donde n es el número de pistas que separan la pista origen y la destino.

Calcule las siguientes características de la unidad de disco:

- Capacidad bruta y neta.
- Velocidad de transferencia del disco.
- Tiempo de avance de un sector.

c) Ambos módulos de E/S, el de la línea serie y el del disco duro, funcionan mediante interrupciones. El de la línea serie solicita una interrupción por cada byte que recibe. El de la unidad de disco solicita una interrupción cada 64 bytes.

Para la recepción y almacenamiento del fichero, el computador sólo dispone de 2 buffers de memoria, con capacidad para almacenar 1.024 bytes cada uno de ellos. Esto exige que los dos periféricos funcionen simultáneamente: los datos que se reciben por la línea serie se almacenan en uno de los dos buffers, mientras los datos almacenados en el otro buffer se escriben en el disco.

c.1) Suponga que los primeros bytes del fichero se almacenan en los sectores absolutos 43.238 y 18.932. ¿En qué coordenadas C , H , S (cilindro, superficie, sector) se encuentran estos dos sectores absolutos?

c.2) Para comprobar si es posible el funcionamiento simultáneo de los dos módulos de E/S, verifique si el tiempo máximo de una operación de escritura de un buffer en disco es menor que el tiempo de recepción de los datos de un buffer, calculando estos dos tiempos y comparándolos.

c.3) Suponga que en el instante $t=0$ las cabezas del disco se encuentran sobre el sector 0 del cilindro 30. ¿En qué instante terminará la operación correspondiente a la escritura del segundo sector (18.932) en el disco?

c.4) Tenga en cuenta la duración de las siguientes operaciones:

- *Secuencia de Reconocimiento de Interrupción (SRI) equivalente a la ejecución de 2 instrucciones.*
- *Rutina de tratamiento de interrupción de la línea serie: 30 instrucciones.*
- *Rutina de fin de operación de E/S de la línea serie: 200 instrucciones.*
- *Rutina de tratamiento de interrupción del disco: 100 instrucciones.*
- *Rutina de programación de una operación de la unidad de disco: 100 instrucciones.*
- *Rutina de fin de operación de E/S del disco: 300 instrucciones.*

¿Cuál es el porcentaje de ocupación de la CPU debida a la recepción y copia del fichero hasta el instante calculado en el apartado c.3)?

4 Se tiene un computador con una unidad de disco duro con las siguientes características:

- *20 superficies con 2.000 pistas cada una (0-1.999).*
- *Cada pista tiene 100 sectores (0-99).*
- *Cada sector consta de 1.024 bytes de información neta y 1.250 de información bruta.*
- *Velocidad de rotación 12.000 rpm.*
- *En el movimiento de la cabeza de una pista a otra se tarda $(0,02 \cdot n + 2)$ ms, donde n es el número de pistas que separan la pista origen y la destino.*

a) Calcule razonadamente el valor de:

- a.1)** *La velocidad de transferencia.*
- a.2)** *La densidad de grabación lineal del cilindro de radio 2 cm.*
- a.3)** *La densidad de grabación angular del cilindro de radio 2 cm.*
- a.4)** *El tiempo máximo de acceso.*

En el disco duro se encuentra almacenado el fichero `Alumnos_LEC.ods`, que tiene un tamaño de 2.500 bytes y tiene asignados los siguientes sectores absolutos: 201.699, 251.419, 550.179

b) Determine la posición relativa (cilindro, superficie y sector) de los sectores que contienen el fichero.

c) Inicialmente ($t=0$), la cabeza del disco está en la pista 0 en el comienzo del sector 0 y con la velocidad de rotación estabilizada. En ese instante da comienzo la lectura completa del fichero.

- c.1)** *Calcule el instante en el que finaliza la lectura del primer sector del fichero.*
- c.2)** *Calcule el instante en el que finaliza la lectura del fichero.*

d) Considere que este disco opera mediante interrupciones y suponga que la velocidad de ejecución del computador es de 1.000 MIPS, que su Secuencia de Reconocimiento de Interrupción (SRI) equivale a la ejecución de 4 instrucciones y que el módulo de E/S de la unidad de disco interrumpe a la CPU cada vez que está listo para transferir 32 bits:

- d.1)** *Calcule la frecuencia de petición de interrupciones del disco.*
- d.2)** *Determine razonadamente el número máximo de instrucciones que puede ejecutar la Rutina de Servicio de Interrupción de la unidad de disco.*

e) Suponga que la rutina de programación de una operación de E/S, la Rutina de Servicio de Interrupción (RSI) y la rutina de fin de operación ejecutan respectivamente 80, 50 y 100 instrucciones:

- e.1)** *Calcule el tiempo total que se consume de CPU en una operación de E/S.*
- e.2)** *Calcule el porcentaje de tiempo de CPU que se dedica durante la transferencia de un sector.*

e.3) Calcule el porcentaje de tiempo de CPU que se ha dedicado a la lectura del fichero `Alumnos_LEC.ods`.

5 Sea un computador de 32 bits con una capacidad de ejecución de 200 MIPS.

A este computador se le conecta una unidad de disco que tiene, entre otras, las siguientes características:

- Velocidad de rotación: 4.500 RPM
- Número de superficies: 10 [0-9]
- Número de pistas por superficie: 1.000 [0-999]
- Número de sectores por pista: 100 [0-99]
- Capacidad bruta de los sectores: 1.120 Bytes
- Capacidad neta de los sectores: 1.000 Bytes
- Tiempo de movimiento de una pista a la $\pm n$: $(0,1 \cdot n + 2)$ ms

Se pide:

a) Calcule razonadamente los siguientes valores del disco:

- a.1)** Capacidad bruta
- a.2)** Capacidad neta
- a.3)** Velocidad de transferencia
- a.4)** Tiempo de acceso máximo
- a.5)** Densidad lineal de la pista de radio 2cm
- a.6)** Densidad lineal de la pista de radio 3cm
- a.7)** Densidad angular de los sectores en la pista de radio 2cm
- a.8)** Densidad angular de los sectores en la pista de radio 3cm
- a.9)** Tiempo de transferencia para la Lectura de un sector
- a.10)** Tiempo de transferencia para la Escritura de un sector

b) En el disco se almacena un fichero que ocupa 8 sectores y que se distribuyen en los sectores absolutos siguientes: 22.999, 23.000, 23.001, 23.002, 25.099, 21.000, 35.450, 35.451.

b.1) Determine los cilindro, superficie y sector, (c , sf , s), en que se encuentra almacenado cada uno de los sectores del fichero

b.2) En el instante $T = 0$ s la cabeza se encuentra situada en la pista 0, sector 0. En ese instante se comienza una operación de lectura del fichero. Calcule los instantes en que finaliza la lectura de cada uno de los sectores, indicando clara y razonadamente los tiempos implicados en la lectura de cada uno de ellos

Nota: suponga despreciable el tiempo de procesamiento de cada sector.

c) Considere ahora que este periférico opera mediante Interrupciones. Cada operación corresponde a un sector. El disco solicita una Interrupción por cada 4 Bytes. Suponga además los siguientes datos:

- Duración de la Secuencia de Reconocimiento de Interrupciones (SRI): el equivalente a la ejecución de 4 instrucciones
- Código de Programación o Inicio de la operación: 100 instrucciones
- Código de Fin de la operación: 200 instrucciones
- Código de la Rutina de Interrupción 20 instrucciones

c.1) Calcule el tiempo entre interrupciones durante la lectura de un sector.

c.2) Calcule el tiempo total de CPU que se gasta en las operaciones de lecturas de la secuencia de sectores absolutos 22.999, 23.000.

c.3) Repita el cálculo anterior para la secuencia 35.450, 35.451.

6 En un PC se establece una competición entre cuatro de sus periféricos divididos en dos equipos. El equipo 1 está formado por la unidad de disco duro y por la línea serie y dispone 512 bytes en memoria principal. El equipo 2 lo componen la unidad de discos flexibles y la red Ethernet y cuenta con 1.024 bytes en memoria principal.

La competición consiste en que cada equipo lea 1.024 bytes de su unidad de discos y los transmita por su línea de comunicaciones.

Los 1.024 bytes que debe transmitir el equipo 1 se encuentran en los sectores 21.608.350 y 14.401.699 de la unidad de disco duro.

Los 1.024 bytes que debe transmitir el equipo 2 están en el sector 188 de la unidad de discos flexibles.

Las características de los cuatro periféricos son las siguientes:

- Unidad de disco duro:
 - Capacidad Bruta: 172.800.000.000 bytes.
 - 18 superficies y 800 sectores por pista.
 - Sectores de 512 bytes de información neta.
 - Velocidad de rotación: 7.500 rpm.
 - Velocidad de transferencia: 60 MB/s ($60 \cdot 10^6$ bytes/s).
 - Tiempo que emplea en mover la cabeza de una pista a otra consecutiva: 0,02 ms.
 - Tiempo de estabilización de las cabezas: 2,5 ms.
- Unidad de discos flexibles:
 - 1.440 KBytes.
 - Dos superficies.
 - 90 cilindros.
 - Cada pista tiene 8 sectores.
 - Cada sector contiene 1.280 bytes de información bruta de los que 1.024 son de información neta.
 - Velocidad de rotación 300 rpm.
 - En el movimiento de la cabeza de una pista a otra consecutiva se emplean 1 ms.
 - El tiempo de estabilización de las cabezas es de 3 ms.
- Línea serie:
 - Transmisión asíncrona, sin paridad y con 1 bit de stop.
 - Velocidad de transmisión: 128.000 bits por segundo.
- Red Ethernet:
 - Velocidad de transmisión: 10 Mbits por segundo ($10 \cdot 10^6$ bits/s).
 - Tamaño máximo de un bloque de datos: 1.500 bytes netos más otros 26 de direccionamiento y control de errores.

a) Calcule los siguientes parámetros de la unidad de disco duro:

a.1) Densidad de grabación angular de la unidad y densidad de grabación lineal usada en la pista de 4 cm de radio.

a.2) Número de cilindros de la unidad.

b) Suponiendo que en el instante $t=0$ las cabezas de grabación de ambas unidades de disco se encuentran sobre el sector 0 del cilindro 0, determine qué equipo gana la competición y por cuánto tiempo de ventaja sobre el otro equipo.

c) El computador tiene una capacidad de ejecución de 500 MIPS, su Secuencia de Reconocimiento de Interrupción (SRI) tiene una duración de 4 ns y los cuatro periféricos operan por interrupciones. Los módulos de E/S de la unidad de disco duro y de la red Ethernet tienen un registro de datos de 32 bits; el de la unidad de discos flexibles tiene uno de 16 bits y el de la línea serie es de 8 bits.

Suponiendo que las rutinas de programación de una operación de E/S en los cuatro periféricos, sus Rutinas de Servicio de Interrupción (RSI) y sus rutinas de finalización ejecutan, respectivamente, 100 instrucciones, 23 instrucciones y 200 instrucciones,

c.1) ¿Cuál es el porcentaje de ocupación de la CPU debido a las operaciones de E/S realizadas por el equipo 1?

c.2) ¿Cuánto tiempo de CPU queda libre para la ejecución de otros programas durante la competición?

NOTA: Use para los instantes de inicio y fin de las operaciones de E/S de este apartado los calculados en el apartado b).